(Aus der Universitäts-Augenklinik Basel. [Prof. *Carl Mellinger.*])

Vergleichende Untersuchungen über den Einfluss der Massage auf das Verhalten von Tusche im Auge.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen medizinischen Fakultät zu Basel

vorgelegt von

Théobald Musy

med. pract. aus Freiburg im Uechtland,
I. Assistenzarzt an der Universitäts-Augenklinik in Basel.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

(Hierzu Taf. III—V.)

BERLIN 1914.
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 15.

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Professor *Mellinger*.

Sonderabdruck aus
Zeitschrift für Augenheilkunde Bd. XXXI.

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546707_0150

Die Ansichten über den Flüssigkeitswechsel im menschlichen Auge.

Es gibt in der Augenheilkunde kaum eine Frage, welche die Ophthalmologen so sehr beschäftigt hat und sie noch beschäftigt, als diejenige der Sekretion des Kammerwassers und seines Abflusses aus dem Auge.

Die feinsten Experimente sind nicht imstande, uns sicher Anhaltspunkte über die Absonderung der intraokularen Flüssigkeiten zu geben. Trotz Messungen der Filtration und der Regeneration des Kammerwassers hat man keine ganz einwandfreien Resultate erhalten, und wir können daher auch kein bestimmtes Urteil fällen, wie sich dieser physiologische Prozeß im Auge abspielt.

Im normalen Zustand sehen wir nichts oder so wenig von diesen Vorg ngen, daß wir nicht ohne weiteres behaupten können, daß sie immer und in der gleichen Weise vor sich gehen.

Das Bestehen eines Flüssigkeitsstromes im Auge ist sicher vorhanden. Fraglich ist: Haben wir Sekretionsorgane oder beteiligen sich alle Häute des Bulbus an der Bildung der inneren Augenflüssigkeit? Ist die Strömung eine beständige? Welche sind die Abflußwege?

Bei der Bearbeitung dieser Fragen wurden häufig gewisse pathologische Prozesse und klinische Beobachtungen als Grundlagen für experimentelle Untersuchungen benutzt. Von anderen wurde wieder, nicht mit Unrecht, hervorgehoben, daß Vorgänge bei pathologischen Veränderungen nicht für die Beurteilung normaler natürlicher Prozesse verwendet werden können.

Der große Widerspruch, der sich bei diesen Untersuchungen auf so verschiedener Basis ergeben mußte, zeigt uns beim Durchgehen einschlägiger Arbeiten, wie wenig Sicheres wir über den Flüssigkeitswechsel im Auge wissen.

Fest steht, daß das Kammerwasser, wenn wir dasselbe durch Punktion der Hornhaut zum Abfluß bringen, sich rasch regeneriert, und die Kammer in auffallend kurzer Zeit sich wiederherstellt. Die Flüssigkeit, die dann an die Stelle des abgeflossenen Kammerwassers getreten ist, zeigt aber eine von diesem sehr verschiedene Zusammensetzung. Der Eiweißgehalt ist in diesem neuen Kammerwasser vermehrt, und dasselbe hat eine auffallende Gerinnungsfähigkeit.

Die Raschheit, mit welcher sich eine punktierte Vorderkammer wiederfüllt. spricht dafür, daß der neue Inhalt nicht nur einer aktiven Sekretion zu verdanken ist.

Beobachtungen an der Leiche wenige Stunden post mortem haben gezeigt (8, 31), daß auch hier nach Ablassung des Kammerwassers in kurzer Zeit die aufgehobene Kammer sich vollständig wiederherstellt. Diese auffallende Beobachtung hat die Ansicht zur Folge gehabt, daß die Regeneration des Kammerwassers eine passive sei. Die Hornhaut sinkt nach Ablassen des Kammerwassers ein. Infolge ihrer Elastizität hat sie aber das Bestreben, wieder ihre natürliche Form anzunehmen. Sie wirkt also wie eine Saugglocke auf ihre Unterlage und zieht aus derselben so lange Flüssigkeit an, bis die vordere Kammer sich wiedergefüllt hat.

Für die Richtigkeit dieser Anschauung spricht auch, daß der oben erwähnte Versuch an der Leiche nur dann gelingt, wenn er kurze Zeit nach dem Tode angestellt wird. Später verschwindet offenbar die Elastizität der Gewebe und damit auch das Bestreben der Hornhaut, ihre natürliche Lage wiederzugewinnen.

Nach den Untersuchungen *Greeffs* (13, 14) findet man beim lebenden Tiere nach Ablassen der vorderen Kammer Auftreten und Platzen von kleinen Endothelbläschen an den Fortsätzen des Corpus ciliare. Dieses experimentell gefundene Resultat erklärt uns auch die veränderte Zusammensetzung dieses zweiten Kammerwassers und seine hohe Gerinnungsfähigkeit, denn es ist seinem Charakter nach eine eiweißreiche Gewebsflüssigkeit.

Naturgemäß bestärkte diese Beobachtung die Annahme, daß das Corpus ciliare und seine Fortsätze das Sekretionsorgan für das Kammerwasser sind.

Von früheren Autoren wurde schon dem Ciliarkörper die Absonderung des Kammerwassers zugeschrieben. *Deutschmann* (9) sah nach Ausreißen der Iris und des Corpus ciliare beim Tier den flüssigen Bulbusinhalt dauernd verschwinden. Auch der anatomische Bau gerade der Fortsätze des Corpus ciliare lassen den Gedanken, daß es sich hier um drüsenartige Gebilde handle, leicht aufkommen.

Scalinci (41) spritzte Natriumfluorid in den Glaskörper ein und zerstörte in dieser Weise das Endothel des Corpus ciliare. Die Sekretion des Kammerwassers versiegte dann und wurde durch Austritt von Blutplasma ersetzt. Er glaubte durch diesen etwas radikalen Eingriff beweisen zu können, daß die Kammerwasserproduktion vom Corpus ciliare herkomme, und daß diese Produktion nicht nur auf einer physikalischen Filtration, sondern auf einer richtigen Sekretion beruhe.

Ulry (50) teilt diese Ansichten, was die Produktion des Humor aqueus anbetrifft.

Um die Richtung des Flüssigkeitsstromes zu bestimmen, den man als vom Corpus ciliare ausgehend annahm, wurden von verschiedenen Autoren Einspritzungen von Ferrocyankalium, Jodkali, Fluorescein und auch Anilinfarbstoff subkutan in die vordere Kammer und in den Glaskörper bei lebenden und bei toten Tieren vorgenommen. Die Ausbreitung einiger dieser Injektionen in den Geweben läßt sich durch chemische Reaktion, wie z. B. Berliner-Blau- oder Jodreaktion, nachweisen, und es zeigte sich dabei, daß diese Substanzen sich vorzugsweise in den vorderen Augenabschnitten wiederfanden.

Ueberraschend schön sind die *Ehrlich*schen Fluoresceinversuche (12), die bei subkutaner Anwendung dieses intensiven, sich rasch durch flüssigkeitshaltige Gewebe fortpflanzenden Farbstoffes eine deutlich sichtbare Figur in der Vorderkammer des Auges erscheinen lassen, welche die „*Ehrlich*sche Linie" genannt wird.

Alle diese Versuche, die so sehr eine Lösung unserer Fragen über den Flüssigkeitswechsel versprachen, können einer strengen Kritik nicht standhalten.

Leber (27) hält dem Resultat dieser Untersuchungen mit Recht entgegen, daß zu große Fehlerquellen in den Diffusionsvorgängen liegen, die sich in einem flüssigen oder halbflüssigen Medium abspielen. Die *Ehrlich*sche Linie betrachtet er als ein Produkt der Schwerkraft und nicht als dasjenige einer intraokularen Strömung.

Nicati (34) und *Ulrich* (47, 48, 49) wollen in der Chorioidea und teilweise in den Retinalgefäßen eine Quelle der Augenflüssigkeit finden, ohne daß sie dabei den Ciliarkörper als ebenfalls sekretorisches Organ ausschließen.

Nach *Nicati* soll die Sekretion von seiten der Chorioidea nur dann eintreten, wenn eine plötzliche Herabsetzung des intraokularen Druckes entstanden ist. Nach seinen Ansichten bildet die Choriokapillaris ein Flüssigkeitsreservoir, und die Flüssigkeit soll zwischen der Glaslamelle und der *Sattler*schen Membran zum Ciliarkörper fließen.

Leber (28) betrachtet die Absonderung des Humor aqueus als eine „Transsudation", bei welcher „außer der Druckdifferenz nur die Beschaffenheit des Filters, aber keine noch unerklärten Wirkungen von Drüsenzellen eine Rolle spielen". Er glaubt außerdem nach seinen Versuchen, daß das gesamte Kammerwasser vom Corpus ciliare komme, und daß die Iris nicht imstande sei, mit ihrer Vorderfläche Flüssigkeit zu liefern.

Nesnamow (33) faßt, was die Produktion des Humor aqueus betrifft, die Ansichten *Lebers* und seiner Schüler in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Produktion des Kammerwassers ist der Tätigkeit des Corpus ciliare zuzuschreiben.
2. Das vom Corpus ciliare sezernierte Kammerwasser gelangt durch die Pupille in die vordere Kammer.
3. Die Irisvorderfläche liefert keinen Humor aqueus.
4. Die Filtration ist ein physikalischer Prozeß, der von Druckverschiedenheiten in dem Auge und in den Gefäßen abhängig ist.

Otto Weiß (52) erklärt uns ebenfalls die Produktion der inneren Augenflüssigkeiten durch physikalische Momente. Die Blutgefäße und das Auge sind kommunizierende Gefäße. Der Eintritt und der Austritt der Flüssigkeiten richten sich nach den Druckverhältnissen in den Blutgefäßen und im Bulbus selbst. Wenn der Druck in dem Bulbus niedrig ist, tritt Flüssigkeit durch alle Gefäßwände in das Innere des Auges ein, bis das Gleichgewicht wiederhergestellt ist.

Diesen letzten Ansichten gegenüber stehen die serologischen Forschungen *Bürgers* (7). Die verschiedenen Stoffe, die im Blutserum zirkulieren, gehen nicht ohne weiteres in das Innere des Auges über. Normalerweise enthalten die Augenflüssigkeiten Enzyme und bakterizide Komplemente; opsonische und hämolytische werden darin nicht gefunden. Reizt man das Auge mit thermischen, chemischen oder mechanischen Agentien, dann gehen die Antikörper in das Kammerwasser über, die Präzipitine nicht. Diese Elektionsfähigkeit der Sekretionsorgane des Auges spricht zweifellos gegen die Annahme der Filtration als physikalischer Vorgang im Sinne von *Leber* und *Weiß*.

1898 fand *Hamburger* (16) beim Einspritzen von Fluorescein in die hintere Kammer von lebenden Kaninchenaugen, daß, solange die Pupille klein war, im Dunkelzimmer oder bei künstlicher Miosis kein Farbstoff in die vordere Kammer eindrang. Erst nach fünfzehn Minuten kam das Fluorescein diesseits der Iris zum Vorschein. Bei totaler Synechie der Iris mit der Linse kann es monatelang dauern, bis die vordere Kammer flach wird oder bis eine Tensionserhöhung eintritt.

Auf diese Tatsache und auf seine Experimente gestützt, behauptet *Hamburger*, daß ein physiologischer Verschluß der Pupille existiere. Daß das Spielen der Pupille diesen Verschluß durchbrechen kann, gibt er allerdings zu; es sind aber nur intermittierende Erscheinungen. Um das Bestehen der Vorderkammer bei Ringsynechie zu erklären, nimmt er an, daß die Irisvorderfläche Flüssigkeit zu sezernieren vermag.

An dieser Stelle sei nebenbei bemerkt, daß das späte Flachwerden einer Vorderkammer wohl der Beweis sein kann, daß die Ringsynechie nicht total ist, und daß noch ein feiner Kanal den Uebertritt von Flüssigkeit in die vordere Kammer ermöglichen kann. Erst vom Augenblick an, wo die Verwachsung vollständig ist, wird die Kammer flach, und es kann Tensionssteigerung eintreten.

Um die Lokalisation der Kammerwassersekretion durch die Irisvorderfläche festzustellen, punktiert *Hamburger* (17) den Glaskörperraum so, daß im Bulbus eine beträchtliche Tensionserniedrigung entsteht. Die Flüssigkeitsproduktion wird durch diesen Eingriff gesteigert, und hat man dem Versuchstier eine Fluoresceinlösung subkutan eingespritzt, dann sieht man bald grüne Flüssigkeit aus den Irisgefäßen heraussickern und sich im Kammerwasser in grünen Farbenwirbeln auflösen. Durch die Pupille kommt keine gefärbte Flüssigkeit in die Vorderkammer hinüber.

Das Bestehen einer tiefen Vorderkammer bei Neugeborenen mit einer Membrana pupillaris persistens soll ebenfalls, nach *Hamburger*, ein Beweis für die Sekretionskraft der Irisvorderfläche sein.

Wir müssen hinzufügen, was die Sekretion des Humor aqueus anbelangt, daß *Hamburger* in seinen letzten Arbeiten betont, sie könne ein aktiver Prozeß sein und nicht nur ein Produkt einfacher physikalischer Kräfte. Er glaubt, daß die Chorioidea Flüssigkeit für die hinteren Bulbusabschnitte zu sezernieren vermag.

Die Schlüsse *Hamburgers* lauten wie folgt:

1. Die Irisvorderfläche sezerniert das Kammerwasser.
2. Der Ciliarkörper liefert nur dann Kammerwasser, wenn die vordere Kammer plötzlich entleert wird.
3. Daß nach Punktion der Vorderkammer der Ciliarkörper das neue Kammerwasser liefert, ist kein Grund, daß auch nicht die Iris zur gleichen Zeit dasselbe ebenfalls liefern könne.
4. *Hamburger* betrachtet die Untersuchungen *Wesselys* mit intravenösen Fluoresceineinspritzungen als den stärksten Beweis gegen die Produktion des Kammerwassers durch die Ciliarfortsätze; denn derselbe fand bei diesem Versuch die Ciliarfortsätze so gut wie frei von Farbstoff.
5. Die *Ehrlich*sche Linie zeigt die Stelle der Kammerwassersekretion, die Irisvorderfläche an.
6. Daß bei herabgesetztem intraokularem Druck Fluorescein aus den Irisgefäßen heraussickert, ist ein Beweis der Fähigkeit der Iris, Kammerwasser zu sezernieren.
7. Die Iris liefert die Flüssigkeit für die vordere Kammer, während das Corpus ciliare diejenige für die Gebilde hinter der Iris produziert.

Lewinsohn (30) wiederholte die Versuche *Hamburgers*, allerdings nicht mit der Originalspritze, und fand, daß eine Fluoresceineinspritzung in die hintere Kammer nur sehr schwer auszuführen sei. Sehr oft wird die Linse angestochen und in anderen Fällen kommt sofort Fluorescein in der vorderen Kammer zum Vorschein.

Wessely (55) bespricht die Versuche *Hamburgers* und glaubt, daß sie nicht einwandfrei seien, da es bei diesen Experimenten große Fehlerquellen gibt.

Hingegen wiederholte *Reinstein* (40) die *Hamburger*schen Versuche mit Erfolg.

Stock (45) beobachtete einen Patienten mit Ringsynechien beider Augen, bei welchem das plötzliche Flachwerden der Kammern nach dem Lanzenschnitt für eine vollständige Verwachsung der Iris mit der Linsenkapsel sprach. Er glaubt, daß diese Beobachtung ein Beweis der Sekretions-

kraft der Iris sei, ohne zu denken, daß eine Flüssigkeit längere Zeit abgesackt bleiben kann, ohne resorbiert zu werden.

Ulbrich (46) sah eine Membrana pupillaris, die in einem kongenitalen Iriskolobom ausgespannt war. Die verschiedenen Bewegungen dieser Membran ließen deutlich erkennen, daß ein physiologischer Pupillenabschluß bestand, der aber von Zeit zu Zeit unterbrochen wurde.

Die Arbeiten *Wesselys* (53, 54) über die Sekretion der inneren Augenflüssigkeiten bringen uns neue Tatsachen.

Nach seinen Untersuchungen an Vogelaugen versuchte er zu beweisen, daß nicht nur Iris und Corpus ciliare Kammerwasser liefern, sondern daß die Chorioidea ebenfalls einen Anteil an der Sekretion besitze. Seine letzten Experimente (56) am Kaninchenauge, wobei er nach Zerstörung der Retina und der Chorioidea eine beträchtliche Hypertrophie der Ciliarfortsätze fand, führt er als Beweis an, daß alle drei Teile: Iris, Corpus ciliare und Chorioidea Flüssigkeit sezernieren.

Gegen die Annahme, daß die Produktion des Humor aqueus ein Filtrationsprozeß ist, macht *Wessely* folgende Bemerkungen: Daß die Augenflüssigkeiten normalerweise keine corpuskulären oder kristallinischen Bestandteile enthalten, hängt von ihrem Zweck ab. Kammerwasser und Corpus vitreum sind Medien im brechenden System des Auges. Solange dasselbe gesund ist, würden undurchsichtige Elemente das Sehen behindern. Erkrankt aber das Auge, entsteht eine Infektion in seinem Innern, dann treten die optischen Funktionen in den Hintergrund und es vermehren sich die zu jeder Entzündung gehörenden corpuskulären Elemente reichlich.

Aus diesen kurzen Angaben geht hervor, daß man über den Entstehungsort des Kammerwassers bis heute zu keiner einheitlichen Ansicht gekommen ist. Das gleiche gilt für die Abflußwege des Auges.

Am meisten wird die Ansicht vertreten, daß der Humor aqueus, von den Fortsätzen des Corpus ciliare ausgehend, durch die hintere Kammer in die vordere gelangt.

Auf Grundlage der anatomischen Kenntnisse des Kammerwinkels und der dort existierenden Verbindungen des *Fontanaschen Raumes* mit dem *Canalis Schlemmii* glaubte man, diese Stelle als Abflußweg des Kammerwassers betrachten zu dürfen.

Bei Injektion von Karminlösungen in die vordere Kammer des Auges eines frisch getöteten Tieres unter konstantem Druck sah *Schwalbe* (42) eine rote Injektion der episkleralen Gefäße der Umgebung der Hornhaut eintreten und dann rote Flüssigkeit aus den Ciliarvenen fließen. Aus diesen Experimenten wurde geschlossen, es bestehe eine offene Kommunikation zwischen dem Kammerwinkel und den Venen der Sklera und des Corpus ciliare; Klappenvorrichtungen sollen den Rückfluß in das Auge verhindern.

Leber (29), *Königstein* (25), *Angelucci* (2) zeigten, daß der *Schlemmsche Kanal* ein geschlossener Venenplexus ist. In dem Kanal selbst, dessen Lumen durch die harte Sklera offen gehalten bleibt, kann unter Umständen ein negativer Druck herrschen, der eine Saugwirkung auf das Kammerwasser ausübt und die Filtration desselben erleichtert. Nach *Leber* (27) ist der Uebergang des Kammerwassers in den *Schlemmschen Kanal* wie die Produktion ein Diffusionsvorgang.

Otto Weiß (52) teilt ebenfalls diese Ansicht: es tritt Flüssigkeit aus dem Bulbus, wenn der Blutdruck in den Gefäßen niedriger ist als der intraokulare. Dazu braucht man keine besonderen Wege zu suchen, der Abfluß aus dem Auge erfolgt durch alle gefäßführenden Teile desselben. Die Karminlösung geht sehr leicht durch, während das kolloide Berliner Blau teilweise zurückgehalten wird, wenn es durch das Kammerwasser in gröberen Flocken gefällt wurde.

Jedoch können nach *Heisrath* (21) und *Gutmann* (15) feine Tuschesuspensionen die vordere Kammer durch den gleichen Weg verlassen, da

man Tuschekörnchen bis in die Ciliarvenen nachweisen kann. Die Körnchen dringen durch das Lückensystem und durch die Kittleisten der Endothelien des Canalis Schlemmii bis in denselben, den sie durch die Rami perforantes der Venae ciliares anteriores verlassen (29).

Die pathologische Anatomie des Auges unterstützt ebenfalls die Annahme, daß der Kammerwinkel die Austrittsstelle des Humor aqueus bilde.

Weber (51) und *Knies* (23) fanden eine Synechie der Iris mit der Hornhaut im Kammerwinkel bei glaukomatösen Augen, und sie betrachten diese Verwachsung als Abflußhindernis und damit als Ursache des Glaukoms.

In dem *Leber*schen Laboratorium wurden diese Verwachsungen der Iris mit der Cornea experimentell hervorgerufen, *Berberich* (6) beobachtete eine tiefe glaukomatöse Exkavation bei zweien dieser Fälle.

Seit den Versuchen von *Leber* (26) ist es jetzt fast allgemein angenommen, daß so lange das Hornhautendothel gesund ist, keine Flüssigkeit in das Parenchym derselben eintritt; ist aber das Endothel krank und infolgedessen nicht mehr undurchlässig, dann dringt das Kammerwasser in das Parenchym ein, die Hornhautlamellen quellen auf, und die Cornea wird trüb. Im normalen Zustand kann also keine Flüssigkeit das Auge durch die Cornea verlassen.

Bentzen und *Leber* (4) wiederholten die früheren Versuche von *Schwalbe* und fanden die bekannte Tatsache bestätigt, daß diffundierbare Lösungen aus der Vorderkammer in die konjunktivalen Gefäße bald übergehen. Sie betonen noch, daß beim Glaukom und beim Hydrophthalmus congenitus die Filtration geringer sei. Die Verlegung des Kammerwinkels durch die *Weber-Knies*sche Synechie beim Glaukom und das Fehlen der *Fontana*schen Räume beim Hydrophthalmus (43) erklären die geringere Filtration.

Leber (27) nimmt die Möglichkeit an der Kammerwasserresorption durch die vordere Irisfläche.

Benoît (5) sagt, daß die Iriskrypten beim Menschen und die Stomata derselben beim Kaninchen die bedeutendsten Stellen der Resorption nicht nur für die Flüssigkeiten, sondern auch für corpuskuäre Elemente sind.

Später berichteten *Nuel* und *Benoît* (35, 36) über Tuscheeinspritzungen in zwei gesunden menschlichen Augen, die wegen Orbitalsarkom entfernt werden mußten. Die Resorption der Tusche erfolgte ziemlich rasch, und die mikroskopischen Präparate zeigten Körnchen im Kammerwinkel und in der Iris bis zu den Gefäßen des Corpus ciliare. Auch in der Iris befand sich die Tusche in der Umgebung der Gefäße; die hintere Fläche der Iris zeigte keine Tusche.

Asayama (3) bestätigte durch seine Versuche die Resultate von *Nuel* und *Benoît*. Er fand Tusche in großen Mengen in dem Stroma und in den Gefäßen der Iris und des Corpus ciliare, in denjenigen der Episklera ebenfalls und in den Venae vorticosae. Die hinteren Bulbusabschnitte, Hinterkammer und Glaskörperraum sollen besondere Abflußwege besitzen.

Ulrich (49) war auf Grund experimenteller Untersuchungen der Ansicht, daß die Flüssigkeit unter „Durchquerung der Iriswurzel" in die vordere Kammer übergeht. Er nimmt an, daß der Verschluß durch das Aufliegen des Pupillarrandes auf der vorderen Linsenkapsel ein relativ fester sei.

Leber (28) bekämpft diese Anschauung und sagt, daß die einzige Folge diese Verschlusses ist, daß der Uebergang des Kammerwassers nicht gleichmäßig erfolgt, sondern nur von Zeit zu Zeit.

Koster (24) hat gezeigt, daß eine Ochseniris sogar bei Druckanwendung für die Flüssigkeiten undurchgängig ist, und führt dieses experimentelle Resultat gegen die Anschauung von *Ulrich*, der Iriswurzeldurchquerung, an.

Leber (27) und *Priestley-Smith* (37) nennen die vorderen Ciliarvenen als Abflußwege.

Stilling (44) nimmt an, daß die intervaginalen Scheiden des Nervus opticus ebenfalls eine Abflußstelle aus dem Glaskörper sind.

Ulrich (49) verfolgte bei seinen Versuchen Tuschekörnchen bis in die Orbita hinein.

Ulry (50) glaubt auch, daß eine Strömung nach hinten in die Opticusscheiden stattfindet.

Ob Flüssigkeit das Auge durch den Suprachorioidalraum verlassen kann, ist nach *Leber* (27) nicht bewiesen, jedoch wäre ein Abfließen in die Venae vorticosae immerhin möglich.

Deutschmann (10) spritzte Tuschesuspensionen in den Subduralraum eines jungen Kaninchens und beobachtete mit dem Spiegel, daß der Farbstoff, der am Rand der Papilla nervi optici erschien, in den Suprachorioidealraum überging, um dann längs der Venae vorticosae nach außen zu verschwinden.

In seinen neuen Arbeiten sagt *Hamburger* (19, 20), daß die sekretorische Tätigkeit der Iris kein Hindernis sei für die Annahme der Kammerwasserresorption durch sie selbst. Im Gegenteil soll das ganze Gefäßgebiet der Iris die Hauptabflußstelle des Auges sein, ist doch ihre Oberfläche und ihr Gefäßreichtum dem *Schlemmschen Kanal* weit überlegen.

Zusammenfassend sagt *Hamburger* folgendes über den Abfluß aus dem Auge:

Flüssigkeit fließt beständig aus der vorderen Kammer ab; aus dem Glaskörper gibt es keine ständige Strömung nach vorne, da der sicher existierende physiologische Pupillenabschluß nur von Zeit zu Zeit durchbrochen wird.

In diesem ersten Teil unserer Arbeit haben wir versucht, gedrängt den jetzigen Stand der verschiedenen Anschauungen über den Flüssigkeitswechsel des Auges und besonders der Bildungs- und Abflußstätten des Kammerwassers zusammenzufassen.

Bei dem Studium dieser Literatur zeigte sich, daß hier sehr verschiedene Ansichten vertreten werden.

In dem nachfolgenden Teile bringen wir unsere Versuche am Kaninchenauge, die wir angestellt haben in der Hoffnung, zur Lösung der Frage einen kleinen Beitrag liefern zu können.

Experimenteller Teil.

Anordnung unserer Versuche.

Wir begnügten uns nicht damit, Tuscheemulsionen in die verschiedenen Teile des Bulbus einzuspritzen, um dann an mikroskopischen Präparaten das Schicksal der Tusche zu studieren. Wir stellten uns folgende Aufgaben:

Wie verteilen sich in den verschiedenen Teilen des Auges in das Innere desselben eingespritzte Tuscheemulsionen?

Welchen Einfluß hat nach solchen Tuscheinjektionen die Massage des Bulbus auf die Verteilung und auf die Resorption der Tuschekörnchen?

Seit der 1881 von *van der Laan* publizierten Arbeit wissen wir, daß die Augenmassage die Resorption der traumatischen Katarakte beschleunigt. Mehrere Autoren haben seither über die positive resorptionsbeschleunigende Wirkung der Massage bei Cataracta traumatica, Hyphaema, Hypopyon und Skleritis berichtet. Eine kurze Zusammenstellung der diesbezüglichen Literatur ist in der Abhandlung von *Paul Knapp* (22) „Ueber den Einfluß der Massage auf die Tension normaler und glaukomatöser Augen“ zu finden.

Durch diese Arbeit angeregt, wollten wir prüfen, ob die Massage eine Wirkung auf die Resorption von fremden Substanzen wie die Tusche im Auge ebenfalls entfaltet.

Als Versuchstiere gebrauchten wir ausschließlich gesunde, normale, kräftige, albinotische Kaninchen, deren pigmentlose Augen sich zu unserem Zwecke besonders eigneten. Vor jedem Versuch wurden sie sorgfältig ophthalmoskopiert, so daß uns kein Fehler in dem Zustand ihrer Augen entgehen konnte.

Wir stellten drei Versuchsreihen auf, von je drei Kaninchen. Bei jeder Reihe spritzten wir dem ersten Kaninchen subkonjunktival, dem zweiten in die vordere Kammer und dem dritten in den Glaskörperraum eine dicke sterile Emulsion feinster japanischer Tusche.

Da es fast unmöglich ist, die Tuscheemulsion zu sterilisieren, verfuhren wir wie folgt: Die Tusche wurde längere Zeit mit absolutem Alkohol gewaschen, dann in einer sterilen Schale mit steriler physiologischer Kochsalzlösung bis zur Bildung einer dicken Emulsion verrieben. Daß unser Verfahren zur Herstellung der sterilen Emulsion gut war, geht daraus hervor, daß wir nur zweimal eine Infektion erlebten.

Die Spritze, die Nadeln und die Fixierpinzette waren jedesmal durch Auskochen sterilisiert. Die *Beck*sche Mikrosyrinx diente uns zu den Einspritzungen.

Subkonjunktival injizierten wir eine ganze Spritze, in die vordere Kammer und in den Glaskörper nur fünf Teilstriche. Die Einspritzungen erfolgten in beide Augen mit lokaler Anästhesie.

Die Tiere der drei Versuchsreihen wurden gleich behandelt: diejenigen der ersten wurden eine Stunde nach der Einspritzung, diejenigen der zweiten nach vierzehn Tagen und diejenigen der dritten nach vier Wochen in Aethernarkose getötet. Sofort nach dem Tode Enukleation und Fixieren, Zelloidineinbettung, Schneiden und Herstellung der Präparate. Die Tiere der ersten Serie wurden ein einziges Mal massiert, und zwar am linken Auge. Bei den übrigen begannen wir am zweiten Tag nach der Einspritzung den linken Bulbus regelmäßig alle zwei Tage bis am Ende der Versuchszeit zu massieren.

Wir übten die zirkuläre Massage mit der Fingerspitze durch das Oberlid aus, jedesmal fünf Minuten lang. Der Verlauf der Tuscheresorption wurde, soweit möglich, mit dem Ophthalmoskop verfolgt.

I. Versuchsreihe.

K. 1. Normales, erwachsenes, albinotisches Kaninchen mit normalem Augenhintergrund. Einspritzung von 1 ccm Tuscheemulsion beiderseits subkonjunktival. Nach ¼ Stunde Massage des linken Auges während fünf Minuten. Nach einer Stunde Tötung.

Mikroskopisch: Die Präparate zeigen bei beiden Augen Tuschemassen in den Maschen des subkonjunktivalen Bindegewebes; bei beiden Bulbi sieht man ganz spärliche Tuschekörnchen hinter dem Aequator bis in die Nähe des Opticus. Kein großer Unterschied zwischen beiden Bulbi.

K. 2. Normales, erwachsenes, albinotisches Kaninchen mit normalem Augenhintergrund. Einspritzung in jede Vorderkammer von fünf Teil-

strichen der Tuscheemulsion. Nach ¼ Stunde Massage des linken Auges während fünf Minuten; nach einer Stunde Tötung. Vor der Enukleation sehen wir, daß die Tusche in beiden Vorderkammern regelmäßig suspendiert ist.

Mikroskopisch: R. A. Dicke Tuschemassen in der Vorderkammer. In der Nähe der Iriswurzel und des Corpus ciliare ist Tusche in die Gewebslücken eingedrungen. Einige Tuschekörnchen in den subkonjunktivalen Gefäßen sichtbar.

L. A. Die Tusche ist in der Vorderkammer wie rechts verteilt, sie dringt aber tiefer in die Gewebe hinein und geht bis in die Nähe des Plexus venosus und der Ora serrata. Tusche in größerer Menge in den subkonjunktivalen Gefäßen.

K. 3. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Hintergrund. Einspritzung von fünf Teilstrichen der Tuscheemulsion in den Glaskörperraum. Nach ¼ Stunde Massage des linken Auges während fünf Minuten. Nach einiger Zeit erscheint rechts ein wenig Tusche in den vorderen Teil des Glaskörpers. Links hat sich die Tusche in den Glaskörper verteilt, einige schwarze Wolken erscheinen in der Vorderkammer. Nach einer Stunde Tötung.

Mikroskopisch: R. A. In allen Präparaten Tusche im Glaskörper. Tusche geht um die Linse herum in die Vorderkammer und bleibt teilweise in der Zonula Zinnii, deren Fasern deutlich hervortreten. Nach hinten geht ebenfalls Tusche in die Richtung der Papilla nervi optici. Ziemlich viel Farbstoff in den Scheiden der Art. centr. retin. Außerdem feine Schicht Tusche in dem Suprachorioidealraum.

L. A. Strömung der Tusche nach vorne bis in die Vorderkammer der Linse entlang deutlicher als rechts. Zonula Zinnii von großen Mengen Tusche durchsetzt. In der vorderen Kammer und auf der Irisvorderfläche ist Tusche in größerer Menge als rechts sichtbar. Viel Tusche im Corpus ciliare. In den episkleralen und subkonjunktivalen Gefäßen viel Tusche. In den hinteren Bulbuspartien hingegen auffallend wenig Tusche zu finden, das gleiche gilt für die Umgebung der Art. centr. retin. und für den Suprachorioidealraum.

Bei den drei Tieren dieser ersten Serie ist nirgends in Leukozyten eingeschlossene Tusche zu sehen.

II. Versuchsreihe.

K. 4. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Hintergrund.

19. XI. 1911. Beiderseits Einspritzung von 1 ccm dicker Tuscheemulsion unter die Conjunctiva bulbi.

21. XI. Die Tusche ist beidseits in der Conjunktiva bulbi und palpebr. sup. bis ca. 4 mm vom Lidrand verteilt. In der Conj. palp. infer. ist keine Tusche sichtbar. Massage links.

25. XI. Links ist die Tuscheschicht dünner geworden als rechts. Ophthalmoskopisch: ohne Besonderheiten. Massage links.

27. XI. Schwarze Verfärbung beider Oberlider. Links ist der schwarze Schimmer deutlicher als rechts. Massage links.

7. XII. Beiderseits in der Conjunctiva bulbi und in der Conjunct. palp. sup. schwarze Tuschemassen. Links sind sie etwas dünner als rechts. Massage links. Schwarze Verfärbung der Haut der Oberlider.

8. XII. Tötung. Bei der Sektion erscheint die untere Fläche der Lidhaut ganz schwarz tingiert.

Mikroskopisch: R. A. Plumpe Tuschemassen erstrecken sich zwischen den Fasern des subkonjunktivalen und peribulbären Bindegewebes fast bis zur hinteren Hälfte des Bulbus, jedoch nicht bis zum hinteren Pol. *L. A.* Die Tusche ist besser verteilt als rechts. Sie geht bis zum hinteren Pol des Bulbus. Stellenweise findet man sie in kleinen Mengen in den obersten Schichten der Sklera.

K. 5. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Hintergrund.

19. XI. 1911. Injektion von fünf Teilstrichen von Tuscheemulsion in

die Vorderkammer. Eine Stunde nach der Einspritzung ist in jeder Kammer die Tusche regelmäßig suspendiert.

21. XI. In beiden Augen ist die Tusche hypopyonartig am Boden der Vorderkammer angesammelt. Auf der Irisvorderfläche bleiben Körnchen hängen. Beiderseits ist die obere Pupillenhälfte frei von Tusche. Massage des linken Auges.

23. XI. *R. A.* Status quo ante. *L. A.* Die Pupille ist fast tuschefrei. Massage links.

27. XI. *R. A.* Pupillargebiet bis zu ¾ tuschefrei. *L. A.* Pupille vollständig tuschefrei. Massage links.

1. XII. *R. A.* Cornea vom Rand aus, besonders von unten, reichlich vaskularisiert; noch ziemlich viel Tusche am Boden der Vorderkammer. *L. A.* Keine Tusche mehr in der Umgebung der Pupille; wenig noch am Boden der Vorderkammer. Leichte Vaskularisation der Cornea. Massage links.

5. XII. *R. A.* Noch ein wenig Tusche in der Vorderkammer. *L. A.* Nur noch schwarze Pünktchen im Kammerwinkel sichtbar. Massage links.

7. XII. *R. A.* In der Vorderkammer wenig Tusche. Hornhaut unten dicht vaskularisiert, Pupille eng, unregelmäßig. Fundus ohne Besonderheiten. *L. A.* Der Kammerwinkel sieht etwas schwarz aus. Cornea leicht vaskularisiert. Pupille weiter als rechts. Massage links.

8. XII. Tötung.

Mikroskopisch: R. A. In der Vorderkammer sieht man wenig Tusche. In einer sehr dünnen Schicht haften Tuschekörnchen auf der ganzen Irisvorderfläche. Im Irisgewebe selbst wenig Tusche sichtbar. Im Corpus ciliare dagegen Tusche in ziemlicher Menge. In der Hinterkammer und im Glaskörper keine Tusche. *L. A.* Freie Tusche in der Vorderkammer kaum nachzuweisen. Auf der vorderen Fläche der Iris und in den Stomata derselben Tusche ziemlich diffus verteilt. Im Corpus ciliare und in der Umgebung des Circulus venosus iridis major bildet die Tusche eine große Schicht fast bis zur Ora serrata. Kein Farbstoff in den hinteren Bulbuspartien.

In beiden Augen ist der größte Teil der Tusche nicht frei, sondern in großen Leukozyten eingeschlossen.

K. 6. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Hintergrund.

21. XI. Injektion von fünf Teilstrichen der Tuscheemulsion in den Glaskörperraum beider Augen. Die Tusche ist beiderseits ophthalmoskopisch im Fundus sichtbar.

23. XI. *R. A.* Die Tusche füllt die ganze Vorderkammer aus, so daß man mit dem Spiegel kein rotes Licht bekommt. Der Bulbus, die Cornea besonders, sieht größer aus als links. Milchige Trübung der Hornhaut. *L. A.* Milchige Trübung der Hornhaut. Die Tusche hat sich in dem Glaskörper verteilt, so daß nur wenig rotes Licht in den vorderen Partien des Bulbus zu sehen ist. Der Irisrand ist ca. 2 mm breit schwarz verfärbt. Die Tension ist in beiden Augen erhöht. Massage links.

24. XI. *R. A.* Die rechte Cornea ist deutlich größer als die linke. Milchige Trübung deutlicher. Tension höher als links. *L. A.* Kein rotes Licht mehr, nur grauer Reflex. Trübung der Cornea geringer.

25. XI. *R. A.* Die Tusche hat sich größtenteils hypopyonartig in der Vorderkammer gesenkt. Milchige Hornhauttrübung größer. Temporal unten bildet sich eine staphylomartige Vorwölbung am Rand der Hornhaut. Tension gespannt. *L. A.* Keine Hornhauttrübung mehr. Kein rotes Licht. Tension niedriger als rechts. Massage links.

27. XI. *R. A.* Die staphylomatöse Vorwölbung ist am Rand der Cornea subkonjunktival perforiert und die Vorderkammer hat sich entleert. Staphylom kleiner, roter Fundusreflex. Tension niedrig. *L. A.* Rotes Licht fängt an, durch die Glaskörpertrübungen durchzuschimmern. In der Vorderkammer sieht man keine Tusche mehr. Tension gut. Massage links.

5. XII. *R. A.* Die Cornea ist flacher geworden, die Tusche hat sich unter die Conjunctiva bulbi entleert. Nur noch wenig Glaskörpertrübungen. *L. A.* Der Fundusreflex ist heller geworden. Die Iris ist schwarz gefärbt.

Keine Tusche in der Vorderkammer sichtbar; Tension beiderseits gut. Massage links.

8. XII. Tötung.

Mikroskopisch: R. A. Auf der Retina befindet sich noch ziemlich viel Tusche. Sehr viel Tusche um die Art. centr. retin. herum, zwischen den Opticusbündeln ebenfalls aber in kleineren Mengen. Zonula Zinnii von Tuschepartikelchen durchsetzt. Wenig Tusche in der flachen Vorderkammer. Auf der Iris wenig Tusche sichtbar, ebenfalls im Stroma derselben, im Corpus ciliare dagegen viel. *L. A.* Keine Tusche mehr auf der Retina. In den Scheiden der Art. centr. retin. fast kein Farbstoff. Einige Tuschekörnchen in der tiefen Vorderkammer. Ein wenig Tusche auf der Irisvorderfläche und in ihrem Stroma, sehr viel im Corpus ciliare, wo sie bis zur Ora serrata und stellenweise noch weiter nach hinten geht. Das linke Auge enthält mehr Tusche als das rechte. In beiden Augen sind die meisten Tuschekörnchen in Leukozyten eingeschlossen.

K. 7 und *K. 8.* Unbrauchbar wegen beiderseitiger Infektion. In den mikroskopischen Präparaten starke kleinzelluläre Infiltration des Ciliarkörpers mit Exsudatbildung im Glaskörper.

III. Versuchsreihe.

K. 9. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Fundus.

20. I. 1912. Beiderseits subkonjunktivale Injektion von 1 ccm der Tuscheemulsion.

22. I. Beiderseits schwarze Blasen der Conjunctiva bulbi. Massage links.

24. I. Beiderseitige schwarze Verfärbung der Lidhaut. Massage links.

1. II. *R. A.* Subkonjunktival oben immer noch erbsengroße Tuschemasse. *L. A.* Alles flacher als rechts, die Plica semilunaris enthält mit bloßem Auge sichtbare Tusche. Massage links.

7. II. *R. A.* Keine sichtbare Veränderung. *L. A.* Die Schleimhaut wird grau. Massage links.

20. II. Das linke Auge wurde regelmäßig alle zwei Tage massiert. *R. A.* Noch viel Tusche subkonjunktival. *L. A.* Hier schimmert die weiße Sklera durch die dünne Tuscheschicht durch. Tötung. Exenteratio orbitae in Zusammenhang mit den Lidern.

Mikroskopisch: R. A. Die subkonjunktival injizierte Tusche hat sich überall in das peribulbäre Gewebe verteilt. Ziemlich viel Tusche in den Gewebsspalten der Lider. *L. A.* Die Tusche ist wie rechts überall verteilt, jedoch geht sie in größeren Mengen nach hinten bis zum Opticus. Die Lider enthalten viel Tusche.

K. 10. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Hintergrund.

20. I. 1912. Injektion von fünf Teilstrichen der Tuscheemulsion in die Vorderkammer beider Augen.

22. I. Tusche beiderseits am Boden der Vorderkammer. Massage links.

24. I. *R. A.* Milchige Trübung der Hornhaut, Tusche bedeckt die ganze Iris. *L. A.* Die Hornhaut zeigt die gleiche Trübung wie rechts. Tusche am Boden der Vorderkammer. Der obere Teil der Iris und der Pupille sind frei. Rotes Licht sichtbar. Die Tension beider Augen ist erhöht. Massage links.

26. I. *R. A.* Die Trübung der Cornea nimmt zu. Tension höher als links. *L. A.* Die Trübung geht zurück. Tension fast normal. Massage links.

29. I. *R. A.* Bildung einer Hornhautektasie. Tension höher als links. *L. A.* Die Hornhaut ist wieder klar. Tusche hypopyonartig am Boden der Vorderkammer. Tension normal. Massage links.

1. II. *R. A.* Ektasie größer. Temporal unten Bildung einer staphylomartigen Vorwölbung. *L. A.* Die Tusche verschwindet aus der Vorderkammer. Wenig noch im Kammerwinkel. Iritis, Pupillarabschluß, keine Vergrößerung des Bulbus. In beiden Augen Tension wie früher. Massage links.

5. II. *R. A.* Das Staphylom wird größer. Die Tusche sammelt sich in seiner Nähe. *L. A.* Status idem. Massage links.

13. II. *R. A.* Die staphylomatöse Vorwölbung der Cornea ist subkonjunktival geplatzt. Die Ektasie ein wenig zurückgegangen.

Die Vorderkammer enthält nur noch wenig Tusche. Tension niedrig. *L. A.* Keine Tusche mehr sichtbar in der Vorderkammer; nur noch einige Körnchen im Kammerwinkel. Tension normal. Massage links.

20. II. *R. A.* Die Hornhaut ist regelmäßiger geworden. Temporal unten ist das Staphylom fast vollständig zurückgegangen. Die Tusche ist unter der Conjunctiva bulbi sichtbar. Tuschekörnchen in einigen Irisfalten, am Pupillarrand und im Kammerwinkel. *L. A.* Nur wenig Tuschekörnchen am Pupillarrand und in Irisfalten sichtbar. In beiden Augen gleiche Tension. Tötung.

Mikroskopisch: R. A. Tusche in ziemlicher Menge im Kammerwinkel, auf der Irisvorderfläche und im Corpus ciliare. Im Irisstroma Tusche sichtbar. Einige Tuschekörnchen zwischen Sklera und Chorioidea gehen etwas nach hinten. Im Opticus kein Farbstoff. *L. A.* Fast keine Tusche im Kammerwinkel; auf der Irisvorderfläche dünne Tuscheschicht. Im Irisgewebe selbst Tuschekörnchen diffus verteilt. Im Corpus ciliare und besonders in der Umgebung der Gefäße desselben große Mengen Tusche. In den hinteren Bulbusabschnitten kein Farbstoff. Bei beiden Bulbi befindet sich die Tusche zum größten Teil in Leukozyten.

K. 11. Normales, albinotisches Kaninchen mit normalem Hintergrund. 5. III. 1912. Injektion von fünf Teilstrichen der Tuscheemulsion in den Glaskörper jedes Auges. Die Tusche ist sofort als schwarze Wolke im Corpus vitreum sichtbar.

7. III. Der Fundus ist beiderseits unsichtbar, grauer Reflex. Massage links.

12. III. Der Fundusreflex des linken Auges wird heller als derjenige des rechten. Massage links.

14. III. *R. A.* Status idem. *L. A.* Wenig rotes Licht sichtbar. Massage links.

18. III. *R. A.* Keine Veränderung. *L. A.* Schön rotes Licht nasal. Massage links.

25. III. *R. A.* Der Fundusreflex wird heller. *L. A.* Rotes Licht in größerer Ausdehnung sichtbar. Massage links.

27. III. *R. A.* Iris schwarz verfärbt. Fundusreflex hellgrau. *L. A.* Iris ebenfalls grauschwarz verfärbt. Schön rotes Licht. Feine, im Glaskörper schwimmende Tuschekörnchen. Massage links.

8. IV. *R. A.* Grauschwarzer Fundusreflex, Iris grau. *L. A.* Iris grau, Pupille weit, schön rotes Licht, Tuschekörnchen und Klümpchen im Glaskörper sichtbar. Tötung.

Mikroskopisch: R. A. Viel Tusche auf der Netzhaut und im Glaskörper. Tuschemassen auf der Papilla nervi optici und in der Umgebung der Art. centr. retin., ebenfalls in dem suprachorioidealen Raum, in der Iris und im Corpus ciliare verhältnismäßig wenig Tusche. *L. A.* Der ganze linke Bulbus enthält weniger Tusche als der rechte. Iris und Corpus ciliare zeigen weniger Tusche als rechts. Im Opticus und in dem suprachorioidealen Raum ist wenig Tusche sichtbar.

Verteilung der Tusche in den mikroskopischen Präparaten.

I. Serie.

Bei dem *ersten Kaninchen (K. 1)* der ersten Versuchsreihe sehen wir in beiden Augen gleiche Verhältnisse.

In großen Mengen beobachten wir die Tusche in dem Maschenwerk des subkonjunktivalen Bindegewebes. Der Farbstoff hat kaum die Zeit gehabt, sich zu verteilen, so daß der größte Teil desselben noch in der Nähe der Einspritzungsstelle weilt. Die einmalige Massage des linken Auges hat als Folgen gehabt, daß die Tusche

etwas tiefer hinter dem Aequator zu finden ist, als beim unmassierten Bulbus; jedenfalls ist der Unterschied zwischen beiden Augen nicht groß.

Beim *zweiten Tiere (K. 2)* haben wir positivere Resultate. Dicke Tuschemassen füllen die vordere Kammer des *rechten Auges* aus. Im Kammerwinkel und weiter in den Maschen der Gewebe der Iriswurzel und des Corpus ciliare finden wir eine kontinuierliche schwarze Schicht. In den subkonjunktivalen Gefäßen sind Tuschekörnchen deutlich sichtbar.

Im *linken Auge, das massiert wurde,* sind die Verhältnisse, was die vordere Kammer anbelangt, ziemlich gleich wie rechts. Die Tusche ist jedoch im Corpus ciliare weiter nach vorne bis zum Plexus venosus und weiter nach hinten bis in die Nähe der Ora serrata gedrungen. In den subkonjunktivalen und episkleralen Gefäßen finden wir wie rechts Farbstoff in ziemlicher Menge (Fig. 4).

In allen Präparaten des *rechten Bulbus des dritten Kaninchens (K. 3)* finden wir eine gleichmäßige Verteilung der Tusche. Sie nimmt zweierlei Wege: ein Teil gelangt durch die Pupille in die vordere Kammer und befindet sich dann teilweise im Kammerwinkel und teilweise im Corpus ciliare. Die Zonula Zinnii enthält Tuschekörnchen, die ihre Struktur deutlich erkennen lassen. Der andere Teil der Tusche geht in der Richtung nach der Papilla nervi optici hin, als schwarzer Streifen im Glaskörper. Dort finden wir eine große Menge Tusche um die Arteria centralis retinae gelagert (Fig. 5). In dem suprachorioidealen Raum und teilweise in der Umgebung der großen chorioidealen Gefäße befindet sich eine dünne Schicht Tusche, die sich bis zum Aequator erstreckt.

Im *massierten linken Auge* sehen wir deutlich eine Strömung der Tusche nach vorne bis in die vordere Kammer. Die Zonula Zinnii ist von großen Mengen Tusche durchsetzt, ihre Fasern treten deutlich hervor (Fig. 3). Die Linsenoberfläche ist zum größten Teil von feinen Tuschepartikelchen bedeckt. In der Vorderkammer und auf der Irisvorderfläche ist Tusche in größerer Menge wie rechts zu sehen. Im Kammerwinkel und besonders im Corpus ciliare befindet sich viel Farbstoff. Auffallend ist der Befund von Tusche in den episkleralen und subkonjunktivalen Gefäßen; Quer- und Längsschnitte von Blutgefäßen zeigen in ihrem Lumen die Tusche teilweise in feinen Partikeln verteilt, während andere thrombusartige schwarze Massen enthalten (Fig. 2).

In diesem massierten Bulbus findet man hingegen in den hinteren Teilen des Corpus vitreum keine Tusche. Sie scheint fast ausschließlich nach vorne gewandert zu sein. Die adventitiellen Scheiden der Arteria centralis retinae und die Bindegewebsstränge des Opticus zeigen keine Tusche; das gleiche gilt für den Suprachorioidealraum.

Bei den drei Kaninchen dieser ersten Reihe ist nirgends in Leukozyten enthaltene Tusche zu finden.

II. Serie.

Bei dem *ersten Kaninchen (K. 4)* wurde die Tusche subkonjunktival injiziert, und nach vierzehn Tagen wurde das Tier getötet.

Im rechten Auge sehen wir, daß schwarze Massen sich zwischen den peribulbären Bindegewebsfasern, bis fast zum hinteren Pol erstrecken. Andererseits ist die Lidhaut vollständig schwarz, also mit Tusche imprägniert. In der nächsten Nähe des Opticus finden wir keine Tusche. Bei diesem Bulbus sind die Farbstoffmassen dick und plump, sie sind nicht fein verteilt.

Am *linken Auge*, das regelmäßig alle zwei Tage massiert wurde, sehen wir ebenfalls die Tusche zwischen den Bindegewebsfasern des peribulbären Gewebes. Sie ist aber besser verteilt in feinen Partikelchen und geht bis in die Umgebung des Nervus opticus. Wir können keine Tusche im Nerven selbst beobachten. Die obersten Schichten der Sklera enthalten stellenweise schwarze Körnchen. In der Lidhaut sehen wir Tusche wie rechts.

Das *zweite Kaninchen (K. 5)* dieser Serie bekam eine Injektion in die Vorderkammer beider Augen. Im *rechten Auge* desselben sehen wir wenig Tusche. Im Kammerwinkel befinden sich Spuren davon. In einer dünnen Schicht haftet sie stellenweise an der vorderen Irisfläche. Im Irisstroma selbst ist sie aber sehr spärlich. Im Corpus ciliare bildet die Tusche eine schwarze, körnige Masse, welche die Grenzen dieses Teiles des Auges nicht überschreitet. Von vorne nach hinten ist keine Tusche gewandert, hintere Kammer und Glaskörper sind vollständig frei. Die Tusche ist im allgemeinen in Leukozyten eingeschlossen.

Der Befund des *massierten linken Auges* ist von demjenigen des rechten verschieden. Wir finden freie Tusche in kleinen Mengen in der vorderen Kammer und im Winkel derselben. Die schwarzen Körnchen, die sich zum größten Teil in Leukozyten befinden, bedecken die Irisvorderfläche und dringen in das Stroma derselben ein (Fig. 1). In der Umgebung des Circulus venosus iridis major und im Kammerwinkel überhaupt finden wir große Tuscheansammlungen (Fig. 6); in dem Corpus ciliare sehen wir sehr viel Tusche, deren schwarze Schicht bis zur Gegend der Ora serrata geht. Wir sehen keine Tusche in den tiefen Teilen des Bulbus.

Mit dem *dritten Kaninchen (K. 6)* dieser Versuchsreihe machten wir interessante Beobachtungen.

Auf der Retina des *rechten Auges* befindet sich ziemlich viel Tusche. Wir sehen sie in großen Mengen in den Scheiden der Arteria centralis retinae und zwischen den Bündeln des Nervus opticus ausstrahlen. Die Zonula Zinnii ist von feinsten Tuschepartikelchen durchsetzt, so daß sie in den Präparaten sehr deutlich hervortritt. In der vorderen Kammer, die flach ist, befindet sich der Farbstoff in ganz spärlichen Mengen. Auf der Iris und in ihrem Parenchym sind wenige Tuschekörnchen sichtbar, im Corpus ciliare haben wir hingegen große Mengen.

Der verhältnismäßig kleine Gehalt an Tusche ist in diesem Bulbus durch die Perforation des Cornealstaphyloms und die Entleerung der Emulsion nach außen leicht erklärlich.

Im *linken Auge*, das massiert wurde, sehen wir, daß sich im Glaskörperraum fast keine Tusche mehr befindet. In den Scheiden der Arteria centralis retinae befindet sich ebenfalls keine. Die Vorderkammer ist von normaler Tiefe und enthält noch einige Tuschekörnchen. Im Irisstroma ist sie nur spärlich zu sehen, im Corpus ciliare dagegen sind bis zur Ora serrata und stellenweise weiter nach hinten große Massen abgelagert.

Dieser Bulbus enthält noch mehr Tusche als der rechte, weil er sich nicht durch Perforation entleeren konnte. Die Resorption der Tusche ist aber vollständiger als im unmassierten rechten Auge.

In diesen beiden Bulbi ist die Tusche, wie in den vorigen, in Leukozyten enthalten.

III. Serie.

Die drei folgenden Kaninchen wurden vier Wochen nach der Injektion der Tusche getötet.

Beim *ersten Tier (K. 9)* dieser Reihe ist der Befund im wesentlichen der gleiche wie beim ersten *(K. 4)* der zweiten Serie. Bei beiden Bulbi finden wir die Tusche in den Spalten des peribulbären Bindegewebes bis zum hinteren Pol regelmäßig verteilt, in der Haut der Lider und stellenweise zwischen den Muskelbündeln derselben ist Tusche in großen Mengen sichtbar. In der Plica semilunaris des linken Bulbus war schon beim lebenden Tier und mit bloßem Auge Tusche durch die schwarze Verfärbung erkennbar.

Beim *zweiten Versuchstier (K. 10)* dieser Serie sehen wir in dem *rechten Bulbus*, daß sich die Tusche im Kammerwinkel und im Corpus ciliare in großen Massen angesammelt hat. Vom Corpus ciliare ziehen einige schwarze Körnchen zwischen Sklera und Chorioidea nach hinten. Auf der Vorderfläche der Iris und in ihrem Stroma befindet sich viel in Leukozyten eingeschlossene Tusche. Im Nervus opticus ist kein Farbstoff sichtbar.

Das Corpus ciliare zeigt eine leichte kleinzelluläre Infiltration als Zeichen einer zyklitischen Reizung.

In dem Kammerwinkel des *massierten linken Auges* finden wir fast keine Tusche mehr. Auf der vorderen Fläche der Iris ist eine dünne, stellenweise unterbrochene Schicht kleiner Körnchen. Im Irisgewebe selbst sind schwarze Massen diffus verteilt. An Stellen, wo an der Oberfläche die Tuscheansammlungen dichter und größer sind, sehen wir ebenfalls mehr Tusche im Stroma der Iris. Im Corpus ciliare sind besonders in der Gefäßenumgebung dichtere Tuschemassen vorhanden.

Die hinteren Teile des Bulbus und der Opticus enthalten keinen Farbstoff. Wie am rechten Auge sind meistens Leukozyten Träger der Tusche.

Endlich beim *letzten Kaninchen (K. 11)* finden wir wieder ähnliche Resultate wie bei demjenigen der zweiten Serie *(K. 6)*. Das

unmassierte rechte Auge enthält ziemlich viel Tusche, besonders im Nervus opticus. Der Suprachorioidealraum zeigt uns ebenfalls Tuscheansammlungen. Die vorderen Teile des Bulbus, Irisparenchym und Corpus ciliare enthalten nur geringe Mengen Tusche.

Das *massierte linke Auge* zeigt weniger Tusche als das rechte. Der Opticus und der Suprachorioidealraum enthalten kleine Mengen Tusche, während das Corpus ciliare und die Iris nur spärliche Körnchen vorweisen.

Diskussion unserer Versuche und Beurteilung der Massage.

Wenn wir die Resultate unserer beiden Versuchsreihen mit denjenigen der ersten vergleichen, finden wir, daß sie uns, was den Austritt der Tusche aus dem Bulbus anbelangt, nichts Neues bringen. Verteilung und Austrittstellen der Tusche sind die gleichen in allen Serien. Der Unterschied liegt nur darin, daß die Tusche bei den letzten Versuchen fast ausschließlich in Leukozyten enthalten ist. Dagegen zeigen diese zwei letzten Serien für die Beurteilung der Massage wertvolle Tatsachen.

Nach subkonjunktivalen Injektionen von Tusche verbreitet sich dieselbe hervorragend in die peribulbären Lymphspalten. Die Lymphwege der Orbita, die mit den peribulbären in Kommunikation stehen, lassen die weitere Ausbreitung der Tusche in die Lider zu. Bei retrobulbären Hämorrhagien sehen wir auch eine ähnliche Verbreitung des Blutfarbstoffes. In gleicher Weise läßt sich auch die Wanderung der Tusche in der Umgebung des Opticus am hinteren Pol des Bulbus erklären (32).

Deutschmann (11) beobachtete sogar den Eintritt von Tusche aus dem peribulbären Gewebe bis in den Nervus opticus, was wir in unseren Versuchen nicht wieder gefunden haben.

Heisrath (21), *Gutmann* (15), *Nuel* und *Benoît* (35, 36) und *Prinke* (39) sahen Karminlösungen, Berliner-Blau- und Tuschesuspensionen den Bulbus durch den Kammerwinkel verlassen. Unser Befund stimmt mit den Beobachtungen dieser Autoren überein.

In unseren Präparaten finden wir immer am meisten Tusche im Kammerwinkel und im Corpus ciliare; in der Iris weniger, da die Kaninchenіris keine Krypten, sondern nur feine Stomata besitzt. Die Körnchen, die durch die Stomata in das Irisparenchym eindringen (Fig. 1), sind in Leukozyten eingeschlossen. Es ist anzunehmen, daß die Leukozyten zur Erfüllung ihrer Aufgabe die präformierten Abflußwege benutzen. Wenn es nicht der Fall wäre, würden sie durch alle Membranen des Bulbus durchdringen und nicht zufälligerweise immer die gleichen Stellen als Austrittswege aufsuchen.

Wir sehen auch, was zum erstenmal im *Nuel*schen Laboratorium (3) gefunden wurde: Tusche in den episkleralen Gefäßen in Präparaten, wo die Einspritzungen in die Vorderkammer oder in den Glaskörper stattgefunden hatten (Fig. 2 und 4). Diesen

Befund haben wir nur in der ersten Serie unserer Versuche. Die anderen, die länger dauerten, zeigten uns keine Tusche in Gefäßen, was in einfacher Weise erklärt werden kann: Am Anfang der Versuche werden größere Tuschemengen aus dem Bulbus durch die Gefäße herausgeschwemmt. Nach und nach, mit der Abnahme der Tusche im Auge oder vielleicht auch mit der Verlegung eines Teiles der Abflußwege durch die corpuskulären Bestandteile der Emulsion und durch Uebertreten der Tusche in Leukozyten kommen weniger Körnchen in den Strom der Blutzirkulation, worin sie dann vollständig unbemerkt verschwinden.

Was den Austritt aus dem Glaskörper betrifft, so sehen wir, daß die Tusche zweierlei Wege nimmt. Der eine nach vorne, um die Linse herum durch die Pupille bis in die vordere Kammer; der andere nach hinten, durch die adventitiellen Scheiden der Arteria centralis retinae.

Unter dem Einfluß der Massage beobachteten wir direkt das Auftreten schwarzer Tuschewolken aus der Pupille heraus in die Vorderkammer *(K. 3)*. Ohne Massage geschah dies erst viel später und weniger deutlich. Die Massage war also ein vorzügliches Mittel, um uns den durch sie hervorgerufenen Weg der Tusche erkennbar zu machen.

Wie *Stilling* (44) und andere Autoren beobachteten wir nach Injektionen in den Glaskörper Tusche in großer Menge in den bindegewebigen Scheiden der Arteria centralis retinae (Fig. 5). Von da aus strahlten schwarze Massen zwischen den Bündeln des Opticus gegen die Peripherie aus.

Bemerkenswert ist hier der Unterschied zwischen dem massierten und dem unmassierten Auge. In diesem letzten finden wir die Tusche in großen Massen in dem Opticus, und bei ihm ist die Neigung der Tusche, nach vorne, bis in die vordere Kammer zu gehen, gering. Hingegen sehen wir beim massierten Auge, daß die Tusche in relativ kurzer Zeit in die Vorderkammer übergeht, während wir am Ende des Versuches sie in kleineren Mengen in den Opticusscheiden finden. Wir glauben nicht, daß dieser Unterschied nur einer mechanischen Wirkung der Massage zu verdanken sei, weil der hydrodynamische Druck allein die Tusche in alle Richtungen getrieben hätte.

Kommt die Tusche, die wir in dem Suprachorioidealraum beobachten, aus dem Corpus ciliare, oder ist sie von hinten zwischen Chorioidea und Sklera eingedrungen?

Diese Frage läßt sich aus unseren Präparaten nur teilweise und nur annähernd beantworten. Beim Durchgehen dieser Präparate finden wir beim unmassierten Auge am meisten Farbstoff in den Scheiden des Opticus, und gleichzeitig enthält der Suprachorioidealraum Tuscheansammlungen. Zwischen den Tuschemassen im Corpus ciliare und der sehr deutlichen Verbreitung dieses Farbstoffes im hinteren Teil des Suprachorioidealraumes finden wir keinen Zusammenhang.

Wenn wir die Resultate der Massage in unseren Versuchen betrachten, erhebt sich die Frage: Kann die Massage des Auges eine bestimmte Strömung aus dem Glaskörper bis in die vordere Kammer hervorrufen?

Es ist anzunehmen, daß durch die Massage ein Austritt des Kammerwassers durch den *Fontana*schen Raum erfolgt, und daß demnach im Bulbus eine Druckdifferenz entsteht, die natürlich sofort ausgeglichen wird. Es muß also ein Zuströmen von Flüssigkeit gegen die vordere Kammer zu erfolgen, und daß dies wirklich der Fall ist, ergibt sich mit größter Deutlichkeit aus dem Auftreten von Tusche in der vorderen Kammer. In der ersten Versuchsreihe fanden wir viel mehr Tusche im *Fontana*schen Raum und im Corpus ciliare der massierten Augen als bei den unmassierten, wo die Körnchen sich in verschiedene Richtungen verbreiteten.

Zur weiteren Beurteilung der Wirkung der Massage werden wir noch speziell die zweite und die dritte Reihe unserer Versuche berücksichtigen, die länger dauerten als die erste, und bei welchen das linke Auge regelmäßig alle zwei Tage massiert wurde.

Was die Geschwindigkeit der Resorption der Tusche anbelangt, haben wir ophthalmoskopisch genau feststellen können, daß sie rascher aus den massierten Augen verschwand als aus den unmassierten.

Mikroskopisch enthalten die Schnitte der unmassierten Augen mehr Tusche als diejenigen der massierten. Die Tuschekörnchen sind bei beiden Augen in Leukozyten enthalten. Eine Einwirkung der Leukozyten auf die Verteilung der Tusche in beiden Augen in so verschiedenem Sinne kann nicht angenommen werden.

Man könnte uns einwenden, daß die eingespritzte Tusche in jedem Bulbus nicht in gleicher Menge vorhanden war. Die Sorgfalt, mit welcher wir unsere Injektionen machten, spricht aber dagegen, da wir sicher sind, daß jedes Auge genau fünf Teilstriche der *Beck*schen Mikrosyrinx bekam.

Wir müssen also die raschere Resorption der Tusche in den massierten Augen als Wirkung der Massage betrachten und sie der Massage allein zuschreiben.

In zwei Fällen hat die Massage eine ganz besonders eklatante Wirkung gezeigt. Beide betrafen Augen, an welchen sich die bekannten mit Tusche gefüllten Hornhautektasien gebildet hatten.

Zweimal *(K. 6* und *K. 10)* beobachteten wir auf beiden Augen sehr kurze Zeit nach der Injektion der Tusche eine milchige Trübung der Hornhäute. Diese Trübungen waren den parenchymatösen ähnlich. Die Hornhäute wurden langsam größer, ein Zeichen von Tensionssteigerung, was die Schätzung mit der Fingerpalpation ebenfalls ergab, und vom Nachgeben der elastischen Bulbuswände. Die Tensionssteigerung war als direkte Folge der Verlegung der Abflußwege zu betrachten. Wir hatten also beiderseits bei beiden Versuchstieren ein künstliches Glaukom erzeugt.

Dann massierten wir das linke Auge beider Kaninchen. Während die Hornhautektasien der unmassierten Augen größer wurden,

zu einem partiellen Staphylom führten und endlich nach Perforation langsam heilten, sahen wir mit Ueberraschung, wie die Trübungen der massierten Augen zurückgingen, wie die Hornhäute zu ihrer natürlichen Größe zurückkehrten und wie endlich die Tusche aus den Bulbi verschwand.

Die Massage beseitigte also in kurzer Zeit die schädlichen Folgen der Tensionssteigerung, und durch ihre resorptionsbefördernde Wirkung wurde die Tusche aus dem Bulbus leichter herausgebracht.

Wenn wir unter dem Einfluß der Massage eine beschleunigte Resorption im Augeninnern beobachteten, so ist das eine Tatsache, die klinisch schon lange und von den verschiedensten Autoren gefunden worden ist. Wir haben eingangs des zweiten Teiles unserer Arbeit ihre Wirkung auf Cataracta traumatica, Hyphaema, Hypopyon und Skleritis erwähnt und müssen diese klinischen Beobachtungen aus unseren Untersuchungen als durchaus begründet ansehen.

Zusammenfassung.

Kurz zusammengefaßt sind die aus unserer Arbeit ersichtlichen Tatsachen folgende:

1. Die Massage befördert die Resorption von im Bulbus vorhandenen fremden Substanzen, wie es scheint, durch gesteigerte Flüssigkeitsströmung.

2. Die Massage treibt die Flüssigkeitsströmung anscheinend vom Glaskörper in der Richtung gegen die vordere Kammer. Die Beobachtung, daß unter der Massage Vorströmen von Tusche aus dem Glaskörper in die vordere Kammer gemacht wurde, und daß bei diesen massierten Augen in den hinteren Bulbusabschnitten weniger Tusche war als in den nicht massierten, kann als Beleg angeführt werden für die Beeinflussung der Flüssigkeitsströmung im Auge durch die Massage.

Zum Schluß sei mir gestattet, *Herrn Prof. Dr. C. Mellinger* meinen innigsten Dank auszusprechen für seine Anregung zu dieser Arbeit und seine freundliche Unterstützung bei derselben. *Herrn Privatdozenten Dr. Paul Knapp* danke ich für sein großes Interesse an dieser Arbeit und seine wertvolle Hilfe bei den Experimenten.

Literatur-Verzeichnis.

1. *Abelsdorff* und *Wessely*, Vergleichend physiologische Untersuchungen über den Flüssigkeitswechsel. Arch. f. Augenheilk. LXIV. Ergänzungsheft. p. 65. 2. *Angelucci*, Ueber Entwicklung und Bau des vorderen Uvealtraktus der Wirbeltiere. Arch. f. mikroskop. Anat. XIX. p. 152—182. 1881. 3. *Asayama*, Ueber Resorption des Kammerwassers von der vorderen Fläche der Iris. Graefes Arch. f. Ophth. 1900. Bd. LI. Heft 1. 4. *Bentzen* und *Leber*, De la filtration hors de la chambre antérieure dans les yeux normaux et glaucomateux. Arch. d'ophtalm. 1896. p. 251. 5. *Benoît*, Du rôle de l'humeur aqueuse dans les infections endogènes de l'iris. Arch. d'ophtalm. 1897. p. 409. 6. *Berberich*, Anat. Untersuch. zweier Fälle von experim. Sekundärglaukom am Kaninchenauge. Graefes Arch. 1894. XL. 2. p. 113 bis 134 7. *Bürgers*, Ueber den Flüssigkeitswechsel des Auges. Klin. Mon.-Bl. XLVIII. Bd. II. p. 497. 8. *Deutschmann*, Zur Regeneration des Humor

aqueus, nach Entleerung desselben aus der vorderen Augenkammer. Graefes Arch. XXV. I. p. 99. 9. Derselbe, Ueber die Quellen des Humor aqueus im Auge. Graefes Arch. 1880. XXVI. 3. p. 117—134. 10. Derselbe, Ueber die Ophthalmia migratoria. Hamburg und Leipzig, Verl. von Leop. Voss. 1889. p. 19ff. 11. Derselbe, Fortgesetzte Versuche und Untersuchungen über die Ophthalmia migratoria. Beitr. z. Augenheilk. Heft X. p. 55. 12. *Ehrlich*, Ueber provozierte Fluoreszenzerscheinungen am Auge. Dtsch. med. Woch. 1882. No. 2. p. 22. 13. *R. Greeff*, Neue Befunde zur Kenntnis des Flüssigkeitswechsels im Auge und zur Lehre der Fibrinbildung im Kammerwasser. Sitzungsber. d. Ophthalm. Gesellsch. 1893. p. 11—23. 14. Derselbe, Befund am Corpus ciliare nach Punktion der vorderen Kammer. Ein Beitrag zur Lehre vom Flüssigkeitswechsel im Auge und der Fibrinbildung im Kammerwasser. Arch. f. Augenheilk. 1894. XXVIII. p. 178 bis 192. 15. *Gutmann*, Ueber die Natur des Schlemmschen Sinus und seine Beziehungen zur vorderen Augenkammer. Graefes Arch. 1895. XLI. 1. p. 28—55. 16. *Hamburger*, Besteht freie Kommunikation zwischen vorderer und hinterer Augenkammer? Zbl. f. prakt. Augenheilk. 1898. Jg. 22. p. 225. 17. Derselbe, Erwiderung auf Lewinsohns Arbeit: Zur Frage usw. Klin. Mon.-Bl. 1899. p. 144. 18. Derselbe, Sur la source de l'humeur aqueuse. Rev.gén. d'opht. 1902. p. 495. Ref. 19. Derselbe, Die Saftströmung des Auges. Zbl. f. prakt. Augenheilk. 1909. p. 360. 20. Derselbe, Ueber die Saftströmung des Auges. Klin. Mon.-Bl. XLVIII. Bd. II. p. 47. 21. *Heisrath*, Ueber die Abflußwege des Humor aqueus mit besonderer Berücksichtigung des sog. Fontanaschen und Schlemmschen Kanales. Graefes Arch. 1880. XXVI. 1. p. 202—243. 22. *Knapp, P.*, Ueber den Einfluß der Massage auf die Tension normaler und glaukomatöser Augen. Klin. Mon.-Bl. 1912. L. Jg. p. 691. *Knies*,M.. 23. Ueber das Glaukom. Graefes Arch. 1876—77. XXII. 3. p. 163—202, und XXIII. 2. p. 62—78. 24. *Koster, W.*, Beiträge zur Lehre vom Glaukom. Ueber den Lymphstrom aus der hinteren nach der vorderen Kammer. Graefes Arch. 1895. XLI. p. 98—109. 25. *Königstein, L.*, Ueber den Canalis Schlemmii. Graefes Arch. 1880. XXVI. 2. p. 139—168. 26. *Leber*, Die Entstehung der Entzündung und die Wirkung der entzündungserregenden Schädlichkeiten nach vorzugsweise am Auge angestellten Untersuchungen. (Abschnitt XVI. 1. Versuche an der vorderen Augenkammer.) Engelmann, Leipzig. 1891. 27. Derselbe, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse vom Flüssigkeitswechsel. S.-A. aus Ergebn. der Anat. und der Entwicklungsgesch. 1894. 28. Derselbe, Die Zirkulations- und Ernährungsverhältnisse des Auges. Graefe-Saemisch. 1903. II. Aufl. Lief. 52—58. 29. Derselbe, Der Circulus venosus Schlemmii steht nicht in offener Verbindung mit der vorderen Augenkammer. Graefes Arch. 1895. XLI. p. 235—280. 30. *Lewinsohn*, Zur Frage der ständigen Kommunikation zwischen vorderer und hinterer Augenkammer. Klin. Mon.-Bl. 1899. p. 52. 31. *Mellinger, C.*, Schädlicher Einfluß des Cocainum muriaticum auf die erste Vereinigung von Hornhautwunden mit spezieller Berücksichtigung der mit Anwendung dieses Mittels vorkommenden Störungen im Heilverlauf von Extraktionswunden. Aus: Beiträge zur Augenheilk. bei Anlaß des 25. Prof.-Jubil. v. H. Prof. Schieß-Gemuseus, hg. v. C. M. 1893. Benno Schwabe, Basel. 32. *Mellinger* und *Bossalino*, Experimentelle Studie über die Ausbreitung subkonjunktival injizierter Flüssigkeiten. Arch. f. Augenheilk. 1895. XXXI. p. 54. 33. *Nesnamow*, Sur la filtration de l'humeur aqueuse. Rev. gén. d'ophtalm. 1897. p. 6 Ref. 34. *Nicati*, La glande de l'humeur aqueuse, glande des procés ciliaires ou glande uvée. Arch. d'ophtalm. 1890—91. X. p. 481—508. XI. p. 24—52, 152—174. 35. *Nüel* und *Benoît*, L'absorption de l'humeur aqueuse dans l'oeil humain. Rev. gén. d'ophtalm. 1899. p. 402. 36. Dieselben, Voies d'élimination de l'humeur aqueuse dans la chambre antérieure. Compte-rendu du IX. Congrès internat. d'opht. Utrecht 1899. 37. *Priestley-Smith*, Glaucoma. 8 London. 1879. p. 93—147. 38. Derselbe, On the escape of fluid from the aqueous and vitreous chambers under different pressures. Ophth. Rev. Juli. 1888. p. 193—208. 39. *Prinke, Th.*, Ueber Tuschinjektionen am Augapfel. Klin. Mon.-Bl. 1903. Beilageheft. p. 365. 40. *Reinstein*, Beteiligt sich die vordere Irisfläche an der Absonderung

des Humor aqueus ? In.-Diss. Halle 1904. 41. *Scalinci*, De la nature et de la production du liquide endoculaire. Arch. d'ophtalm. 1907. p. 391. 42. *Schwalbe*, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. I. und II. Teil. Arch. f. mikr. Anat. 1870. VI. p. 1—61 und p. 261—362. 43. *Spielberg, C.*, Beitrag zur Pathogenese des Hydrophthalmus congenitus. Klin. Mon.-Bl. September 1911. 44. *Stilling, J.*, Ueber die Pathogenese des Glaukoms. Arch. f. Augenheilk. 1886. XVI. p. 296—332. 45. *Stock*, Ein klinischer Beitrag zur Frage der Sekretion des Kammerwassers nach Punktion der Vorderkammer. Klin. Mon.-Bl. 1905. p. 86. 46. *Ulbrich*, Zur Lehre der intraokularen Flüssigkeitsströmung. Klin. Mon.-Bl. 1907. Bd. II. p. 326. 47. *Ulrich, R.*, Ueber die Ernährung des Auges. Graefes Arch. 1880. XXVI. 3. p. 35—82. 48. Derselbe, Beitrag zu den Untersuchungen über den Flüssigkeitswechsel im Auge mittels subkutaner Fluoresceininjektionen. Arch. f. Augenheilk. 1883. XII. p. 153 bis 163. 49. Derselbe, Neue Untersuchungen über die Lymphströmung im Auge. Arch. f. Augenheilk. 1889. XX. p. 270—307. 50. *Ulry*, Sécrétion et excrétion des liquides intraoculaires. Rev. gén. d'ophtalm. 1898. p. 541. 51. *Weber, Ad.*, Die Ursache des Glaukoms. Graefes Arch. 1877. XXIII. 1. p. 1—93. 52. *Weiß, O.*, Die Lehre von der intraokularen Flüssigkeitsströmung ist nicht begründet. Pflügers Arch. f. Phys. 1906. Bd. CXV. p. 602. 53. *Wessely*, Ueber Flüssigkeitswechsel des Auges. Klin. Mon.-Bl. XLVIII. Bd. II. p. 498. 54. Derselbe, Die Augenflüssigkeiten nach den Ergebnissen der neueren biologischen Forschungen. S.-A. aus der wissenschaftlichen Medizin. Nagel 1910. p. 112 Ref. 55. Derselbe, Der Flüssigkeits- und Stoffwechsel des Auges mit besonderer Berücksichtigung seiner Beziehungen zu allgemein physiologischen und biologischen Fragen. S.-A. aus Ergebn. der Physiologie. IV. Jg. Herausgeg. v. Asher in Bern und Spiro in Straßburg 1905. 56. Derselbe, Ueber experimentell erzeugte kompensatorische Hypertrophie der Ciliarfortsätze. Ber. über d. XXXVII. Vrs. der ophth. Gesellsch. Heidelberg 1911. p. 98 ff.